# バイポーラ・トランジスタの使いかたを考える (10)

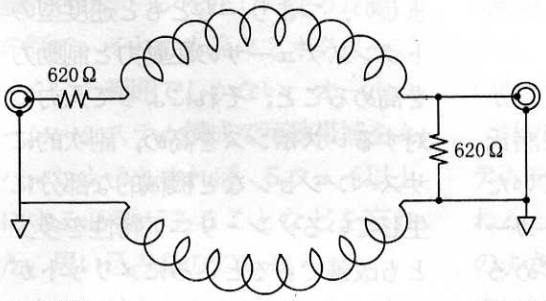
## コモン・モードがなぜ悪さをするのか

石塚　峻

### いまどきのプリアンプの役目

いまどきはプリアンプといえば，CDプレーヤをパワー・アンプに結ぶ，いわばボリューム付フラット・アンプに過ぎません．それならば，パワー・アンプにボリュームが付属していれば，かかるプリアンプは不要のはずです．

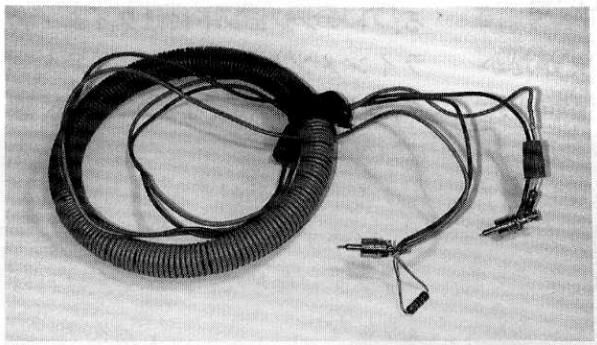
ところが，オーディオ・ショップは，例外なく「CDプレーヤでパワー・アンプを直接駆動してはいけない．かならずプリアンプを間に入れるべき」と，揃いも揃って主張しています．



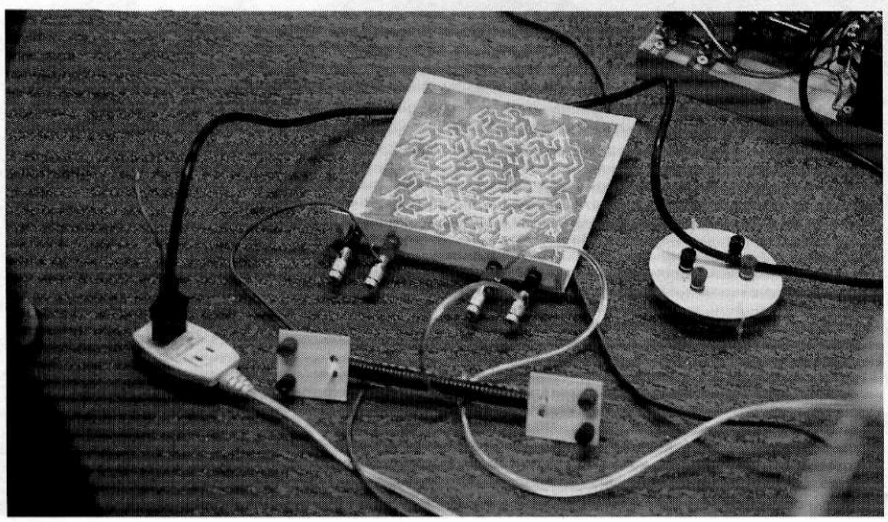

〈第1図〉
プラスチックの輪にコモン・モード巻きにした“空心コモン・モード・フィルタ”．これを入れるとCDの音が一変した

私は，市場調査の必要があった時期にこの話題が出たものですから，ボリュームつきアンプが音をよくするという理由とやらをしつこく尋ねたのですが，“とにかく音が違う”という現象論はまだマシな方で，メチャクチャな新理論を開陳なさる“ベテラン”店員が大半でした．

これでは，見た目に少々難ありの女の子やオバさんに，似合いそうにもない高価な服を売りつけるファッション業界の店員と少しも変わりがないでしょう．



●左は石塚氏の作ったコモン・モード・フィルタ．下は09年第9回「RGAAクラブ一音の展覧会」で佐伯氏が発表したさまざまな形式のキャンセラー



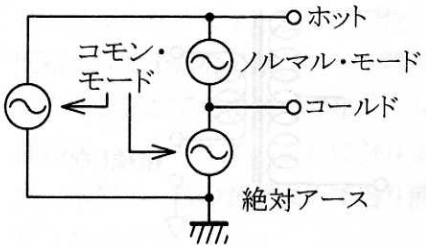
### コモン・モードとノルマル・モード

#### (1) CDプレーヤのアースは汚れているのか

それはそれとして，私も“CD特有の音の悪さ”を何とかしたいと苦心しているひとりではあります．

ケーブルの工夫や防振台の開発，CDのモータへ負荷を与えるなどなどを提案したりと，これらはたいへん高価なCDプレーヤよりもよほど音を変えたと，そのたびに経験しました．

なかでも，編集部月例試聴日における冗談によって“作らされた”，効果などとても考えられないはずの空芯コモン・モード・チョーク（**第1図**）による音の変化には，逆に困ったものです．あまりにも音の変化が




〈第2図〉コモン・モードとノルマル・モード

あり過ぎました．

### (2) どこにでも生じるコモン・モード

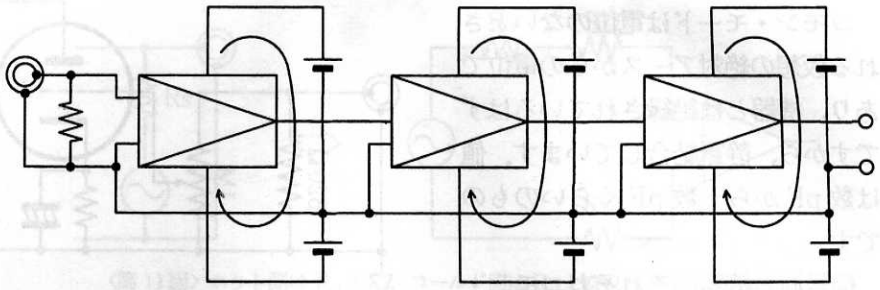
トランスのメリットがコモン・モードの遮断にあると，私はしつこく申し上げています．

ただし，トランスフォーマーといっても，高域ではとても遮断とはいきません．MHzを越えるあたりの帯域では，トランスといってもコモン・モード巻きが用いられます．逆にいえば，コモン・モード接続では低周波ではフィルタの体をなさないものです．これでも音が一変するのですから，ワケがわからなくなったのです．

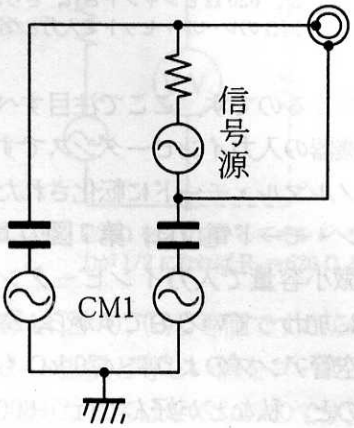
しかしながら，コモン・モード成分の存在は，わずかな量であっても決定的に音を悪くしているといっても差し支えない，と思います．

**第2図**にコモン・モード信号とノルマル・モード信号を示します．

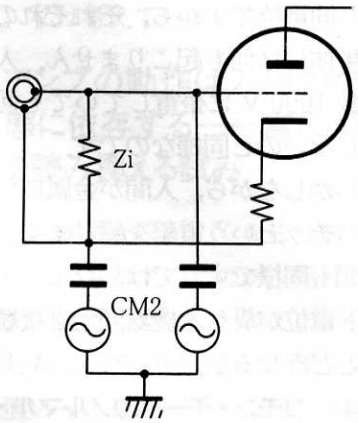
コモン・モード成分は対“絶対アース”と機器のホットまたはアースの間に生じ，振幅も位相も等しいものです．絶対アース，または真のグラウンドは接地工事をして得られるものではありません．世の中のどこにもないともいえるし，無限遠点，つまりは至るところにあるともいえるのです．



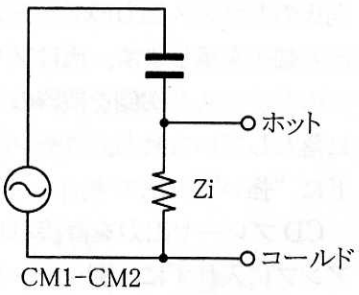
〈第3図〉電流のループごとに整流用トランスを分離した大春式多トランス・アンプ



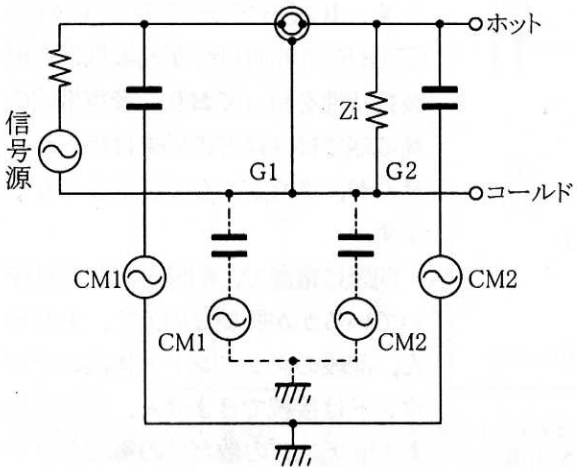

〈第4図〉信号源側のコモン・モードとノルマル・モード“信号”




〈第5図〉信号源に接続される機器側のコモン・モード




〈第7図〉$Z_i$が470 kΩと620 Ωではどちらの帯域が大きいか？




〈第6図〉
電位差$C_{M1}-C_{M2}$分はコールド側ではすぐにケーブルとCに電荷が移動して同電位になって，ノルマル・モードにはならない．しかしホット側の電荷移動は$Z_i$に流れこみ，ホット・コールド間のノルマル・モードになる

るのです．

コールドは機器のアースで，等々力式アンプのように徹底した分離アースではほとんど1点ですが，母線につぎつぎとアースを落としていく“1本アース”というのは実は“多点アース”で，言葉どおりアース点はたくさんあるのです．

さらにマランツ#7に至っては，おそらくわざと左右チャネルを共通化し，母線に直流を含めて信号を流しています．

等々力式を直流まで徹底すれば，**第3図**のような故・大春五郎氏の多トランスに至ります．ここまでやっても，機器によってコモン・モードの電位が異なる以上，“対接地増幅”というものは厳密にいってできないのです．おそらくこれが電子機器の原罪的悪さの正体でしょう．

### (3) コモン・モードはなぜ伝達するのか

**第4図**は信号源で，**第5図**は信号源に接続されるべき機器です．

スが必要になります．私には定電流回路だけで十分なアイソレート電源を作ることができませんでした．共通のシャーシもまずいことになります．木製ケースの音がよくて当り前だったのです．

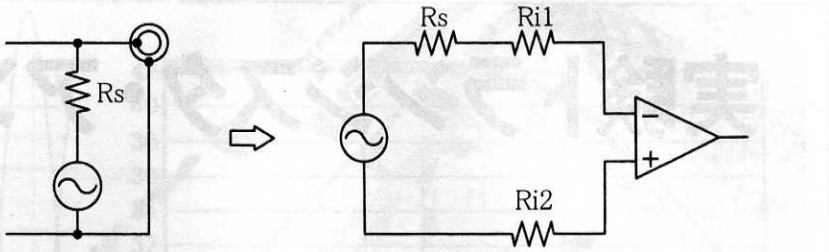
安全のために，100 V のコンセントの一端は大地アースに接地されています．つまりは，2 次側を安易には接地できないのです．

## 差動入力に必要な方法

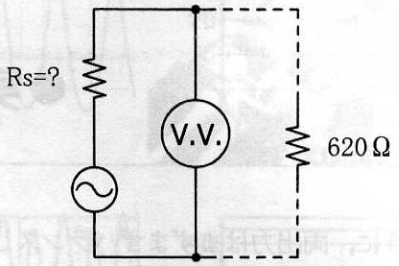
前段の信号源インピーダンスが極小ならばともかく，それなりの出力インピーダンスを持っているならば，差動バランスが崩れてしまいます（**第 11 図**参照）．

オシレータのように，600 Ω を出力端にシリーズに入れているかどうか確かめる方法は至って簡単で，**第 12 図**のように 600 Ω をターミネートしてみて，無負荷の出力が半分になれば，出力抵抗が 600 Ω ということです．**第 13 図**のようにロー・カットのために C 結合にしたいのならば，コールド側にも同容量の C を入れなくてはいけません．

DAC の出力のような電流出力の場合に抵抗でシャントしたときは




〈第 11 図〉ホット側は $R_{i1}+R_S$，コールド側は $R_{i2}$ となりバランスが崩れる

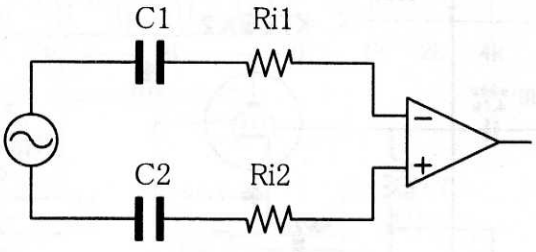



〈第 12 図〉620 Ω をシャントしてオシレータ出力が 1/2 になれば $R_S$＝620 Ω となる

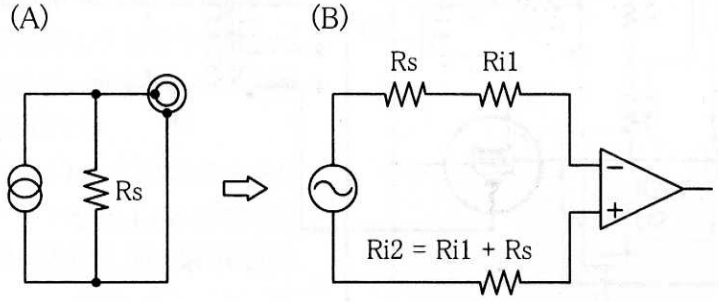
（**第 14 図 A**），(B)と等価ですから，シャント抵抗と等しい値をコールド側に加えなくてはならないのです．

妨害電源を出したくないせいか，CD プレーヤ内部のアースまわりはすさまじいもので，あるものはどこから手をつければいいか見当がつかなかったくらいでした．共通インピーダンスがいくらあろうが平気の平左で，コモン・モード・ノイズが増えるなどお構いなしの有様でした．

はっきりいって，回路などどうでもいいから，共通インピーダンスをなくすためだけに多トランス化した方が，音はまともになるだろうとさえ，私は考えているのです．




〈第 13 図〉
ロー・カットするため $R_{i1}$ に $C_1$ を直列に入れたのならば $R_{i2}$ にも $C_2$＝$C_1$ を入れる




〈第 14 図〉(A)のように電流出力の DAC に $R_S$ をシャントすれば(B)のように電圧源に $R_S$ をシリーズにしたのと同じ．この場合も $R_{i2}$ 側を $R_S+R_{i1}$ にする必要がある

## アンプの動作は入出力の状態に依存する――富田公理を読み換える試み

故富田嘉和氏が亡くなる寸前に試みようとされていたのが，実は差動入力回路だったといわれています．

しかし，今回申し上げたように，正直いって電源回路の浮動化が差動増幅の前提であり，私の腕では電源トランスから分けなければ十分に独立浮動とはいえなかったこともあり，富田氏の試みもとうとう間に合わなかったのだろうか，と思います．

私にしても，“アンプの動作は入出力の状態に依存する”という富田公理を読み換えようとつねづね考えてはいたのです．そのためには，公理をまず読み解くこと．入出力の状態とはコモン・モードのレベル差ではないのか，依存とはコモン・モード・ノイズのノルマル・モード化ではないのか，と．こう置き換えてみると，いままで説明できそうにもなかった現象もかなりの割合で明快に説明できるように感じています．

アンプ同士の相性，同相アンプをゲイン・オーバーに設計してボリュームを絞って使う，アースの引き回しによって音がガタガタ変わる，CD プレーヤとパワー・アンプの間に“余分なアンプ”を入れる等々，コモン・モードのレベル差で説明できたのではないか，と私は思っているのですが，いかがでしょうか．